

## インターネットを利用した鋳造支援ネットワークシステムの構築

後藤和弘・鶴岡一廣\*・高橋芳朗\*・吉松研一\*\*

大分県・産業技術総合研究所研究交流センター・大分県産業科学技術センター\*・木本機器工業(株)\*\*

### Casting Assistance Network System via The Internet

Kazuhiro GOTO, Kazuhiro TSURUOKA\*, Yoshiro TAKAHASHI\* and Kenichi YOSHIMATSU\*\*

Oita-AIST Joint Research Center, Oita Industrial Research Institute\*, Kimoto Mechanical Industry co.,ltd.\*\*

#### 要旨

中小企業における高度なものづくりの支援を目的として、インターネットを利用した鋳造支援ネットワークシステムを構築した。本システムにより、時間や場所に制約されることなく、CADで設計した鋳造部品に対する鋳造CAE解析の依頼、解析結果の閲覧が可能となる。利用者はWWWブラウザやメールソフトなどの汎用的なツールだけでシステムを使うことができるため、特別なアプリケーションソフトをインストールする必要は無く、WindowsやMacintoshなどコンピュータの種別が制限されない。企業情報や鋳造条件、CADファイル、解析結果などの各種情報は電子署名を用いて伝送路を暗号化し、インターネット経由で安全に送受信できる。

#### 1. はじめに

近年の多品種少量生産へのシフトや、コストの安いアジア諸国との国際競争、職人の高齢化等により、ものづくりに関する環境は大きな変化の過程にある。このような中で、地域統合型のITベース生産システム概念によるISDN回線を利用した遠隔システムの実証実験や、旧通産省による「デジタルマイスタープロジェクト」など、ものづくりとITを融合し、ITによる中小企業支援が試みられている<sup>1,2)</sup>。デジタルマイスタープロジェクトでは、①熟練者の技能、ノウハウ、経験を分析してソフトウェア化、データベース化すること、②ソフトウェア化、データベース化された製造現場におけるノウハウや経験を設計段階に反映させることで、新しい生産システムを構築することを目標としている。

一方、産業科学技術センターにおける中小企業のものづくり支援業務として企業が設計した鋳造部品のCAE解析を行っているが、CADとCAEでデータ形式が異なるためにデータを再度手入力する必要があった。このため、設計図面を一旦印刷して郵送や手渡しするという状況であった。また、解析結果もまたプリンタからの印刷出力を渡していたため、時間やコストがかかるという問題があった。さらに、解析結果がデジタル情報ではないために、複数の解析結果から任意の条件だけを効果的に選択して評価することや、結果を企業内での情報共有に利用することが困難であった。

本研究では、製造業関連の中小企業における情報通信技術を活用したものづくりの支援を目指し、いつでもどこからでもWebブラウザを利用して、インターネット経由で設計データの伝送や、設計部品の解析結果を確認・評価を可能とするシステムを構築した。そして、システムの評価と課題の抽出を行った。

#### 2. 鋳造部品の製造工程

Fig.1に鋳造部品の製造工程の概要を示す。工程は大きく8つからなり、①部品の設計、②鋳造方案の検討、③木型製作、④鋳型製作、⑤鋳造、⑥試作品評価、⑦生産、⑧出荷がある。欠陥の無い部品を製作するためには、試作品の評価結果をもとに②～⑥の工程を繰り返し、最適な鋳造条件を決定しなければならない。評価の結果、欠陥が見つかった場合には鋳造方案の再検討など、工程の繰り返しによって数週間程度の開発期間がさらに必要となり、開発期間の長期化や試作コストの増加につながる。

また、鋳造部品の開発にあたっては職人の経験と勘に基づく部分があり、職人の高齢化と後継者不足が問題となりつつある。このため、職人の技能をいかにして伝えるか、どのようにして企業内へ技術を蓄積するか、作業をいかにして効率化するかが課題となってきた。

鋳造方案を効率的に検討するにはCAEシステムの活用が有効であり、実際に鋳造を行う前にコンピュータ上で様々な鋳造条件で解析やシミュレーションを行うことができる。しかし、コンピュータ等のハードウェアや解析用ソフトウェアが非常に高価なため、中小企業で容易に導入できるものではない。また、利用するには鋳造技術だけでなく、解析技術などの広い知識が要求されるため、中小企業が単独で運用することは難しい状況にある。

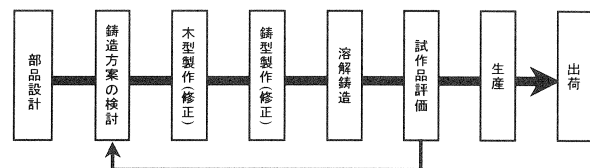


Fig.1 鋳造部品の製造工程の概要

### 3. 鋳造支援ネットワークシステム

#### 3.1 概要

システムの概要を Fig.2 に示す。中小企業の利用者は Web ブラウザを利用して、CAD で設計した部品についての CAE 解析の依頼、および解析結果の確認をインターネット経由で実現できる。データはセキュリティで保護して伝送し、外部からの盗聴や企業情報の漏洩を防ぐ。

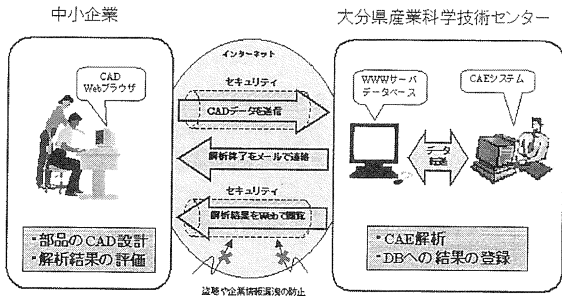


Fig.2 システムの概要

#### 3.2 システム構成

Fig.3 に示すように、WWW サーバ、利用者情報データベース、解析情報データベース、CAE サーバでシステムを構成する。図中の数字は処理の流れを表している。WWW サーバは SQL によって各データベースにアクセスし、データの取得や登録、変更を行うことができる。伝

送路の暗号化には、認証機関による電子証明書を利用する。また、システムにおけるサーバの時刻を時刻情報サーバに同期させる。

利用者はユーザ名とパスワードを入力してシステムへログインし、Web ページのフォームを利用して 3 次元 CAD で設計した部品の設計ファイルと鋳造条件を WWW サーバへ送信する。現在は STL 形式の設計ファイルだけに対応している。データベースへ情報が登録された後、解析担当者へ依頼を知らせる電子メールが送られる。解析担当者は内容を確認し、WWW サーバから CAE サーバへ設計ファイルを転送して、指定された鋳造条件で解析を行う。解析が終了し、解析担当者が結果画像や技術的な見地からのコメントを Web フォームから登録すると、解析終了を知らせる電子メールが利用者へ送信される。利用者は電子メールの受信後、いつでもどこからでも Web ブラウザを用いて解析結果や技術的なアドバイスを確認できる。

解析結果から欠陥等が予想され、鋳造条件を変更する必要がある場合には、既に登録されている設計ファイルについて鋳造条件を変更することで、ファイルを再送することなく解析を依頼できる。また、複数の異なる鋳造条件での解析結果から、任意の条件を選択して比較表示できる。

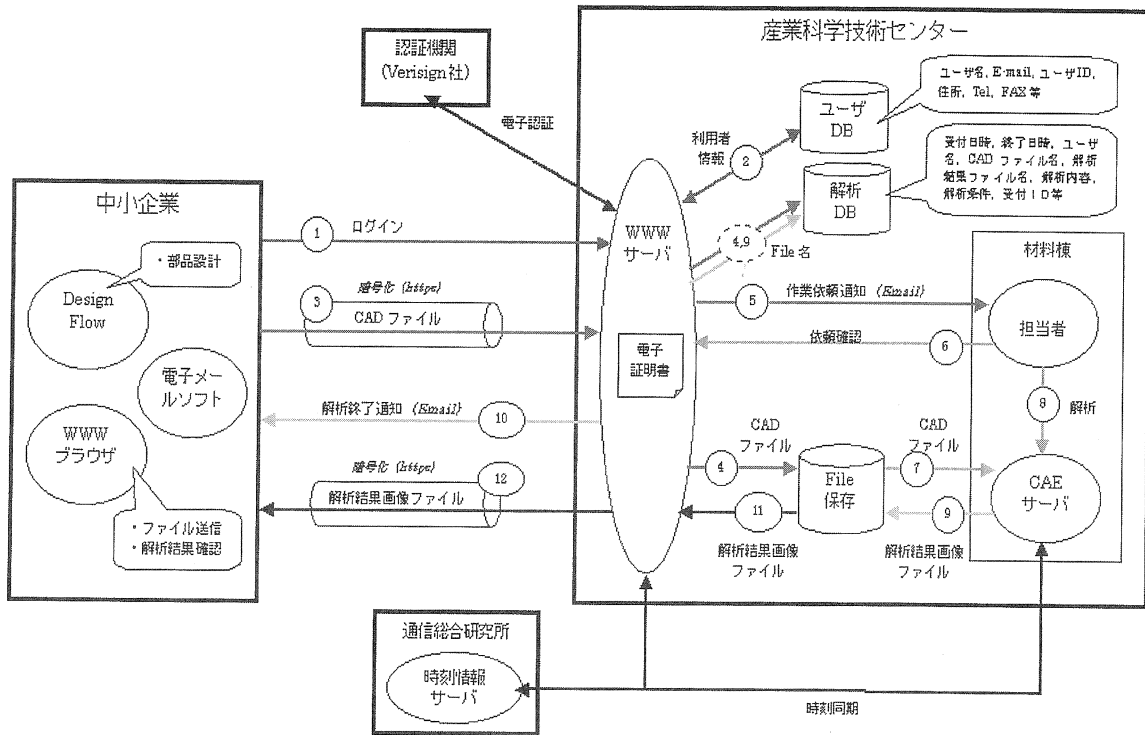


Fig.3 システム構成と処理フロー

### 3.3 システムの特長と実装

#### 3.3.1 Web ユーザインタフェース

利用者が比較的簡単にシステムを利用できるように、Web ブラウザをユーザインタフェースとして用いる。Fig.4～Fig.7 に表示内容の例を示す。利用者側のコンピュータに専用のアプリケーションソフト等をインストールしないため、特別な操作等を習得する必要がない。データベースへのアクセスやCAE解析結果の画像形式の変換などはWWWサーバ側で処理し、利用者側のコンピュータでは主に画面の表示内容の更新を行うため、高い性能は要求されない。これにより、Windows や Macintosh などコンピュータの種別やOS、性能などに制限されることなく、使い慣れた Web ブラウザを用いるだけでシステムを利用することが可能となる。利用者情報の登録・変更や解析結果を登録・管理するための管理用画面も同様に

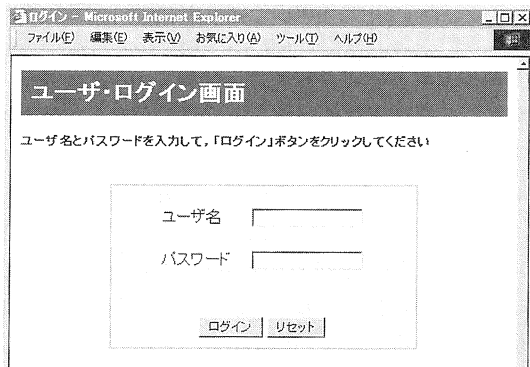


Fig.4 ログイン画面

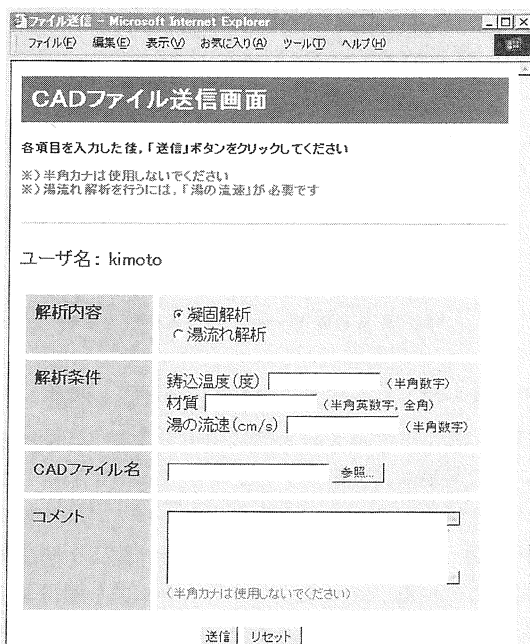


Fig.5 解析依頼画面

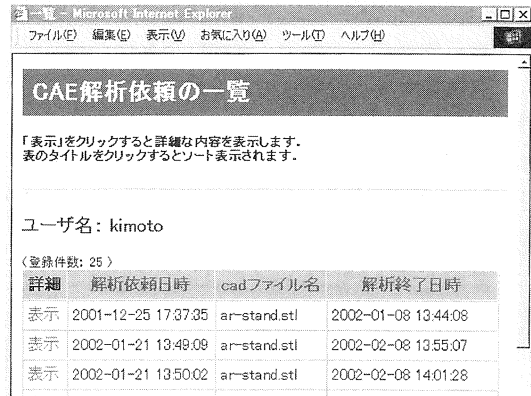


Fig.6 解析依頼の一覧画面

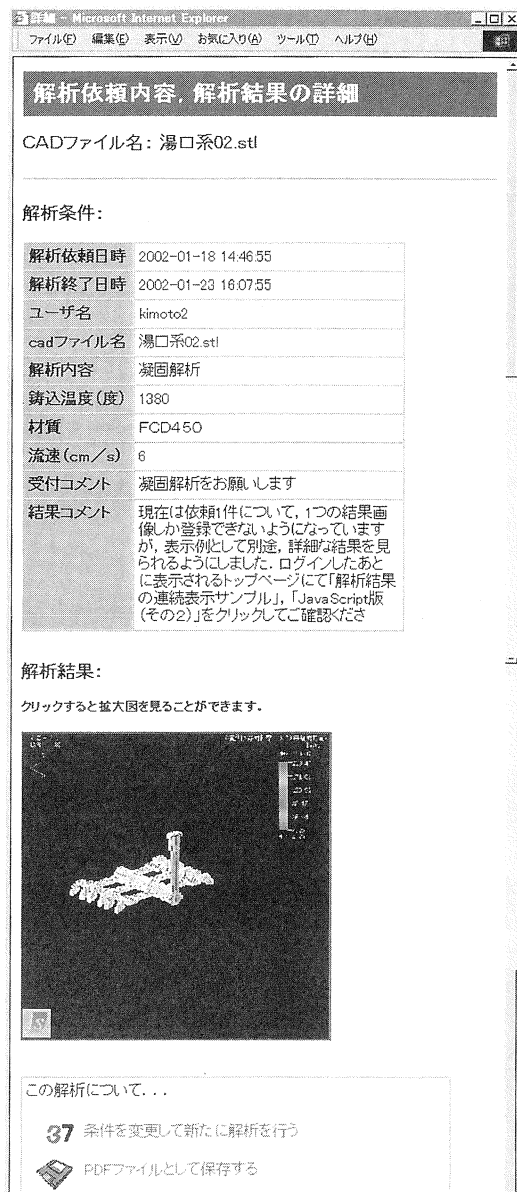


Fig.7 解析結果の詳細確認画面

Web ユーザインタフェースを採用し、コンピュータの種別や性能に依存することなく管理操作を行える。

### 3.3.2 高度なセキュリティによるデータの保護

開発過程の情報をネットワーク経由で伝送するには、高度なセキュリティでデータを保護する必要があり、データの伝送路、処理方法、各サーバの設定など、複数の手段を組み合わせると効果的である。

本システムではSSL(Secure Socket Layer)によって伝送路を暗号化し、鋳造条件や設計ファイル、解析結果などの開発情報が外部から盗聴できないようにした。暗号化には VeriSign 社の電子証明書を採用し、セキュリティ強度の高い128ビットの暗号化通信を用意した。Fig.8にインターネットエクスプローラにおける電子証明書情報の表示内容を示す。

処理方法での対策として、データベースへのアクセスなど利用者や解析依頼を識別するために個別に割り当てた一意な32桁のランダムな文字列を用いる。Fig.9の「ユ

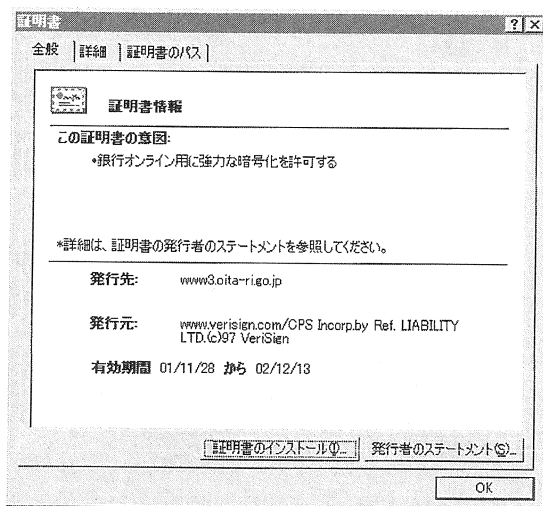


Fig.8 電子証明書情報

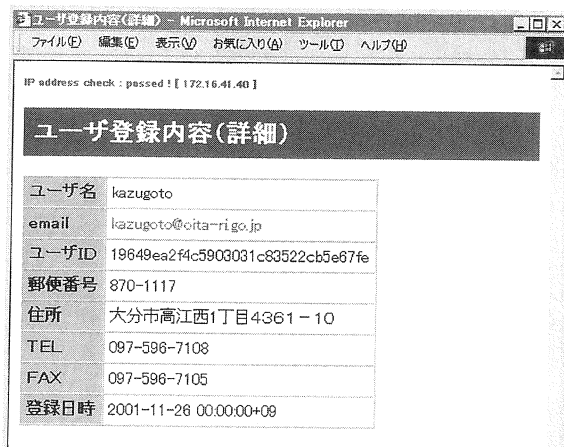


Fig.9 利用者の登録例

ーザID]が識別用の文字列で、データベースへのアクセスにこれを用いることで利用者情報や解析依頼に関する情報などを容易に推測することはできない。また、管理者用ページでは企業情報や解析依頼内容を閲覧できるため、アクセス元のIPアドレスをチェックし、設定されたネットワークからのみアクセスを許可する。

サーバでの対策として、WWWサーバやスクリプト言語、データベースなどのソフトウェアは構築時点での最新バージョンをインストールした。外部からのファイル改ざんを監視するために Tripwire を導入し、異常が発生した場合には管理者へ知らせることができる。

全ての機能を実装した後、最終的にセキュリティチェックツールを利用して OS やアプリケーションソフトウェアのバグや設定上のミスが無いか確認を行った。

### 3.3.3 高精度な時刻合わせ

解析依頼の受付や結果登録の日時を正確に管理するため、各サーバの時刻を高精度に合わせる。独立行政法人通信総合研究所やNTT, IJ, MFEEDは、平成13年4月10日から平成14年3月末までの期間でインターネット上に安定した高精度な時刻情報を配信配送する実験を実施しており、時刻情報プロトコル(NTP, Network Time Protocol)を用いて一般の利用者へも公開していた。本システムのWWWサーバやCAE解析サーバの内部時計をインターネット経由でこの時刻情報に同期させたところ、ある1日の時刻変動は数十ミリ秒以下であり、今回のようなシステムでは実用上問題がないと考えられる。

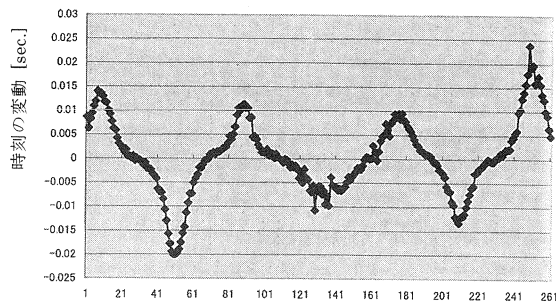


Fig.10 WWWサーバにおける時刻の変動

### 3.3.4 オープンソースのソフトウェアによる開発

開発したシステムを将来的に中小企業等へ技術移転することを考慮し、オープンなソフトウェアを利用してシステムを構築した。このようなソフトウェアは世界中の技術者からのサポートがあり、不具合の修正や機能向上が図られている。このようなソフトウェアを利用することで、高価な高性能サーバやソフトウェアを購入することなく、システムの導入や拡張が可能となる。Table1に

開発に使用したソフトウェアを示す。

システムの主要な処理は、Linux 上で汎用スクリプト言語 PHP (Hypertext Preprocessor) を用いて開発した。PHP には C 言語や Java, Perl などと同様にさまざまな関数が用意されているため、動的な Web ページを簡単に生成可能であり、サーバサイド・スクリプト言語であることから WWW サーバの負荷が CGI (Common Gateway Interface) よりも軽いという特長がある。開発したシステムでは、ファイル送信機能や外部コマンドの実行機能、データベースとの連携機能、メール送信機能などを利用している。利用者情報や解析情報などのデータ管理にはフリーのリレーショナルデータベースである PostgreSQL を使用した。さらに、データベースの情報をもとに動的に PDF ファイルを生成する機能により、解析結果を電子媒体として保存・再利用できる。

Table1 システム構築に使用したソフトウェア

種別	ソフトウェア
OS	Red Hat Linux
スクリプト言語	PHP
WWW サーバ	Apache
データベース	PostgreSQL

### 3.3.5 豊の国ハイパーネットワークの利用

センターと外部を接続していたネットワーク回線を、従来の 1.5Mbps から豊の国ハイパーネットワークへと変更した。今回のシステム評価実験では、企業側のネットワーク接続が商用のプロバイダを利用していたために、CAD ファイルの転送や解析結果の閲覧で高速な回線を効果的に利用することができなかつた。しかし、今後、豊の国ハイパーネットワークが地域産業の振興や育成・創造のために広く一般に公開されると、本システムによって高速かつ安全に各種情報を受け渡すことができる。さらに、高速回線上で TV 会議ソフトなどを活用することで、双方で解析結果や実際の鋳造結果などを見ながら、遠隔で技術支援を行うことができると期待される。

## 4. システムの評価

センターでまとめた基本仕様を共同研究者である企業担当者と検討した後、システムの開発に着手した。そして、基本的な機能が構築できた段階で試用し、意見や要望を反映させつつ開発を進めた。開発が終了した時点で最終的な評価を行い、次のような有効性を確認できた。

- ・ 技術的な根拠に基づいた開発試作が可能となる。
- ・ 解析結果がデジタル情報であるため、社内での情報共有や情報蓄積を進めやすい。
- ・ アジア等の国際競争相手に対して、価格の差を技

術的なサポートやサービスでカバーできる。

- ・ 公設試まで足を運ぶことなく、高度な解析結果が得られるとともに専門的な指導が受けられる。

一方、システムに要求される課題として、現在は解析依頼毎に 1 つの解析結果しか登録できないため、複数の解析結果画像を登録する機能が必要であることが判明した。また、連絡先電子メールアドレスを変更する機能、PDA などの端末の種別に応じて表示内容を変更する機能などを組込むことで、出張先などモバイル環境からの利用にも対応できると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、中小企業における高度なものづくりの支援を目的として、インターネットを利用した鋳造支援ネットワークシステムを構築し、有用性の評価と課題の抽出を行った。Web ブラウザだけでシステムを容易に利用できるように、これを活用することで解析結果を設計段階へ反映させて工期やコスト等のムダを軽減できるとともに、高度なものづくりにもつながると考えられる。

今後は開発したシステムを拡張し、CAD/CAE/CAM 等をネットワーク経由で統合した新たな生産システムの構築などを目指していきたいと考えている。流体解析や構造解析など他の CAE システムを組み込めば、より多くの分野の中小企業に対するものづくり支援が可能になり、各種データの受渡しや保管のためのデータセンターとの連携も期待される。また、現在整備が進められている豊の国ハイパーネットワークを積極的に活用できれば、大容量のファイルを短時間で送受信できる。本システムを県内の中小企業へ広く公開し、実際に利用していただくことで、製造業における情報通信技術の利用拡大や、生産現場の情報化促進が期待される。

なお、本研究は財団法人大分県産業創造機構による新事業創出研究開発事業のもとで実施された。

## 参考文献

- [1] 割澤伸一, 清水淳史, 花山良平, 光石衛: 中小企業を対象とした IT ベース生産システム, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'01 講演論文集, 2A1-A10, 2001.
- [2] MSTC Autumn-Winter 第 10 号, 財団法人製造科学技術センター, 2000